

MODELACIÓN EN HIDROLOGÍA

ICYA 4710

Programa del Curso

Segundo Semestre de 2021

Profesor: Luis Alejandro Camacho Botero Oficina ML776, Tel: 3394949 Extensión 1731 – celular 3104764861

la.camacho@uniandes.edu.co

Tutor por seleccionar

Horario Atención Estudiantes: Martes 12:00 pm -1:00 pm, Jueves 11:00 am – 12:00 pm o solicitar cita por correo electrónico

Clase magistral: Lunes y Miércoles 17:00 a 18:15 pm virtual por zoom: <https://zoom.us/j/3104764861>

Objetivos y metas

Los estudiantes del curso se familiarizarán con el marco de modelación en hidrología que incluye el planteamiento y la formulación de modelos hidrológicos de cantidad y calidad del agua, la toma y análisis de datos, la calibración y verificación de estos modelos, el análisis de sensibilidad e incertidumbre, y la utilización responsable de los mismos en la simulación de escenarios de manejo y control de los recursos hídricos y el diseño de infraestructura. El curso busca desarrollar en los estudiantes habilidades en modelación matemática de los diferentes procesos hidrológicos mediante el desarrollo y uso de modelos de diferente índole, con perspectivas determinísticas, probabilísticas, estadísticas y estocásticas, con cuantificación de incertidumbre, en el contexto colombiano. Al final del curso los estudiantes podrán:

- Identificar, plantear, y resolver ecuaciones de procesos hidrológicos de hidrosistemas naturales utilizando métodos numéricos en Matlab o Excel.
- Analizar series de tiempo hidrológicas y datos de campo de hidrosistemas naturales
- Implementar, calibrar y aplicar modelos hidrológicos de diferente índole de aguas subterráneas, de la zona no saturada y agua superficial y modelos lluvia escorrentía de cuencas hidrográficas.

Metodología

El curso se basará en explicaciones magistrales del material repartido con anterioridad a las clases, lecturas de las referencias y solución de problemas en clase y fuera de ella. El curso tendrá un alto contenido de laboratorios computacionales llevados a cabo en la clase magistral. Estos son ejercicios guiados que buscarán la familiarización del estudiante con el marco de modelación y herramientas modernas de simulación y modelos hidrológicos. En este curso se suministrarán datos tomados en campo e información secundaria que serán utilizados en los proyectos del curso, en el cual se realizarán ejercicios completos de modelación hidrológica de cuencas hidrográficas.

Referencias

- Beven K., J. (2001). Rainfall – Runoff Modelling The Primer, Ed. John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- Wagner T., Wheater H.S., Gupta H.V. (2004). Rainfall – Runoff Modelling in Gauged and Ungauged Catchments, Ed. Imperial College Press, London
- Rientjes, T.H.M., Boekelman, R.H. (2001). Hydrological Models, CThe4431, TUDelft, Delft University of Technology, Delft.
- Anderson, M. y Woessner, W. Applied Groundwater Modeling Simulation of Flow and Advective Transport. Academic Press Inc. San Diego, California, USA, 1992.
- Mays, L., Tung, Y. (1992) Hydrosystems Engineering and Management, McGraw Hill
- Chow, V.T., Maidment, D. R., Mays, L.W. (1988) Applied Hydrology, McGraw-Hill.
- Linsley, Kohler y Paulus (1976). Hidrología para Ingenieros, Ed. McGrawHill, Bogotá
- Bras, R. (1990). Hydrology, an Introduction to Hydrologic Sciences, Ed. Addison-Wesley
- Maidment D. R. (1992). Handbook of Hydrology, Ed. McGrawHill, New York
- Eagleson, P. (1970). Dynamic Hydrology, Ed. McGrawHill, New York
- Bedient, P. B., Wayne, C. H. (1992). Hydrology and Floodplain Analysis, 2ª edición, Ed. Addison-Wesley
- Shaw, E. M., (1994). Hydrology in Practice, 3ª Edición, Ed. Chapman & Hall
- Serrano, S. (1997). Hydrology for Engineers, Geologists and Environmental Professionals, Ed. Hydroscience
- McCuen, R. (1998). Hydrologic Analysis and Design, Ed. Prentice-Hall
- Haan, C. T., editor, Hydrologic Modelling of Small Watersheds, ASAE Monograph # 5, ASAE, 1982.
- Martin, J., McCutcheon (1999) Hydrodynamics and transport for water quality modelling, Lewis, New York.
- Benjamin, J. R. y C. A. Cornell, Probability, Statistics and Decision for Civil Engineers, McGraw-Hill, 1970
- Chow, V. T., editor, Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill, 1964.
- Bras, R. L. e I. Rodríguez-Iturbe, Random Functions and Hydrology, Addison Wesley, 1985.
- Kottegoda, N. y E. Rosso, Applied Statistics for Civil and Environmental Engineers, Blackwell Publishing, 2008.
- McCuen, R., Hydrologic Analysis and Design, Prentice-Hall, 1998.
- Ford, A., Modeling the Environment, Island Press
- McCuen, R. H., Modelling Hydrologic Change, Statistical Methods, Lewis Publishers, 2003.
- Tung, Y., B. Yen y C. Melching, Hydrosystems Engineering Reliability, Assessment and Risk Analysis, McGraw-Hill,
- Tung, Y. y B. Yen, Hydrosystems Engineering Uncertainty Analysis, McGraw-Hill, 2005.
- Jakerman, A., A. Voinov, A. Rizzoli y S. Chen, Environmental Modelling, Software and Decision Support, Elsevier, 2008.
- Ossenbruggen, P. J., Systems Analysis for Civil Engineers, Wiley & Sons, 1984.
- Smith, A., E. Hinton y R. W. Lewis, Civil Engineering Systems Analysis and Design, Wiley & Sons, 1983.
- Bogardi, J., Z. Kundzewicz, editores, Risk, Reliability, Uncertainty, and Robustness of Water Resources Systems, Cambridge UP, 2004.

Kundzewicz, Z., editor, *New Uncertainty Concepts in Hydrology and Water Resources*, Cambridge UP, 1995, 2006

Singh, V. P., *Hydrologic Systems, Volume 1: Rainfall-Runoff Modeling*, Prentice-Hall, 1988.

Holzbecher, E., *Environmental Modeling using Matlab*, Spriger, 2007.

Helsel, D. R. y R. M. Hirsch, *Statistical Methods in Water Resources*, USGS, Septiembre 2002.

Simonovic, S., *Managing Water Resources, Methods and Tools for a System Approach*, Unesco Publishing, Earthscan Publishing, 2009.

Journals

Water Resources Research, AGU; Journal of Water Resources Planning & Management, ASCE; Journal of Hydrologic Engineering, ASCE; Journal of Hydraulics Engineering, ASCE; Journal of Irrigation and Drainage, ASCE; Journal of Waterway, Port, Coastal & Oceanography, ASCE; Journal of Computing Engineering, ASCE; Transactions, ASCE; Advances in Water Resources; Journal of Hydrology; Water Resources Bulletin; Groundwater; Urban Water; Hydroinformatics

Sistema de Evaluación

2 Exámenes Parciales (20% cada uno):	40%
Laboratorios, Ejercicios de clase y Tareas individuales	30%
2 Proyectos en grupo:	30%

Exámenes: Los exámenes contendrán la evaluación de conceptos y el control de lecturas evaluables mediante preguntas de selección múltiple, y contendrán 1 ejercicio de planteamiento y/o implementación de modelos y su solución mediante un modelo en Matlab o Excel. Los exámenes se realizarán desde la casa virtualmente en la plataforma Bloque Neón de Brightspace.

Laboratorios computacionales, ejercicios de clase y tarea: El curso tendrá un componente importante de laboratorios computacionales y ejercicios individuales que se desarrollarán en clase y algunos de los cuales se finalizarán en el laboratorio computacional y se entregarán a través de Bloque Neón (Brightspace) únicamente en formato pdf, xls o doc en las fechas acordadas previamente con el profesor.

Proyectos: se desarrollará en grupos 2 proyectos de modelación hidrológica utilizando datos reales de cuencas hidrográficas. Los entregables de los proyectos serán un informe final de ingeniería incluida la sustentación oral con el profesor y la co-evaluación. Después de la fecha acordada se recibirán entregas de los proyectos máximo con una semana de retraso. Para la sustentación deberá solicitarse por parte del grupo, después de entregar el informe de ingeniería, una cita por escrito al profesor en las fechas establecidas para la misma. La no asistencia de un integrante a la sustentación se calificará con nota de 0.0 a esta persona (no a todo el grupo). Todos los trabajos se entregarán por Bloque Neón únicamente en formato pdf, xls o doc.

Material de clases: en Bloque Neón estarán disponibles las presentaciones de clase en formato pdf. Éstas son para uso exclusivo de los estudiantes del curso. En Bloque Neón habrá material de soporte adicional. En cada clase se realizará la filmación o grabación la cual estará únicamente disponible para los estudiantes del curso.

Aproximación de notas: la Nota Definitiva será la nota final ponderada según los anteriores porcentajes, expresada con décimas y centésimas (por ejemplo, si la nota final es 3.6783, la nota definitiva será 3.68; si la nota final es 3.6743, la nota definitiva será 3.67). Excusas: se recibirán excusas de acuerdo con el artículo 43 del RGEPr las cuales si tienen un porcentaje igual o mayor al 10% de la nota total deberán ser entregadas a la secretaría del Departamento (Asistente Eliana Arévalo) y al profesor para su verificación y aprobación. La nota mínima aprobatoria del curso será 3.0.

Protocolo MAAD: El miembro de la comunidad que sea sujeto, presencie o tenga conocimiento de una conducta de maltrato, acoso, amenaza, discriminación, violencia sexual o de género (MAAD) deberá poner el caso en conocimiento de la Universidad. Ello, con el propósito de que se puedan tomar acciones institucionales para darle manejo al caso, a la luz de lo previsto en el protocolo, velando por el bienestar de las personas afectadas.

Para poner en conocimiento el caso y recibir apoyo, usted puede contactar a:

1. Línea MAAD: lineamaad@uniandes.edu.co
2. Ombudsperson: ombudsperson@uniandes.edu.co
3. Decanatura de Estudiantes: Correo: centrodeapoyo@uniandes.edu.co
4. Red de Estudiantes:
- PACA (Pares de Acompañamiento contra el Acoso) paca@uniandes.edu.co -
5. Consejo Estudiantil Uniandino(CEU) comiteacosoceu@uniandes.edu.co

Ajustes Razonables

En este curso se tendrá en cuenta la política de ajustes razonables y la política de momentos difíciles a las que hace referencia el documento aprobado por el Consejo Académico el 17 de Julio pasado en el cual se definió el sistema de calificación para el semestre 2020-2.

“Los ajustes razonables tienen el objetivo de eliminar las posibles barreras, visibles o invisibles, que impiden el pleno goce del derecho a la educación. En las circunstancias actuales, el protocolo de ajuste razonable se adapta para considerar las dificultades específicas que enfrentan los estudiantes, incluyendo barreras de conectividad, de acceso a recursos tecnológicos apropiados, barreras de salud física y mental de los estudiantes o de sus familiares, que se agudizan en el confinamiento.”

Si usted lo considera necesario o importante, siéntase en libertad de informarme a mí como su profesor lo antes posible si existe, o se presenta en el desarrollo del curso, alguna barrera o dificultad, dentro de las señaladas anteriormente, y requiere de algún tipo de ajuste razonable para estar en igualdad de condiciones con los y las demás estudiantes. En ese caso envíeme un correo a la.camacho@uniandes.edu.co ó por favor solicítame una cita para reunirnos por una plataforma virtual.

Modelación en Hidrología

Clase	Fecha	Tema
1	Agosto 9	Introducción al curso. Ciclo Hidrológico. Modelación en Hidrología
2	Agosto 11	Aproximación de sistemas. Clasificación de Modelos Hidrológicos
3	Agosto 18	Protocolos de modelación <i>Lectura 1</i>
4	Agosto 23	Parte 1. Aplicación del marco de modelación (MM) - Modelos hidrológicos de balance hídrico y conservación de la masa de contaminantes. <i>Tarea 1</i>
5	Agosto 25	<i>Ejercicio MM-1.</i> Conceptualización y formulación numérica
6	Agosto 30	<i>Ejercicio MM-2.</i> Verificación del código. Conservación de masa, comparación de soluciones
7	Septiembre 1	<i>Ejercicio MM-3.</i> Calibración y análisis de incertidumbre paramétrica – MCAT – metodología GLUE. <i>Lecturas 2 y 3</i>
8	Septiembre 6	Parte 2. – Modelos Hidrológicos de Infiltración en la Zona no Saturada y Aguas Subterráneas. <i>Proyecto 1</i>
9	Septiembre 8	Ecuaciones de infiltración, instrumentación y calibración. <i>Tarea 2</i>
10	Septiembre 13	<i>Ejercicio MM-4.</i> Calibración del proceso de infiltración, SCE, MCAT-GLUE
11	Septiembre 15	Deducción de las ecuaciones de flujo de aguas subterráneas. <i>Lectura 4</i>
12	Septiembre 20	Revisión de la formulación numérica ecuaciones de aguas subterráneas.
13	Septiembre 22	Ecuaciones de transporte de contaminantes en medios porosos (Advección-Dispersión-Adsorción-Reacción).
14	Septiembre 27	Simulación de las interacciones Río-Acuífero (RBF). <i>Lectura 5</i>
15	Septiembre 29	Examen Parcial 1 (20%) Clases 1 – 14 Clase Virtual no presencial
	Octubre 4-9	SEMANA DE RECESO (octubre 4 - 9)
16	Octubre 11	Parte 3. – Modelos Hidrológicos de Cuencas. <i>Proyecto 2</i>
17	Octubre 13	Modelación de cuencas: aproximación de sistemas, funciones de transferencia Notas 30% Octubre 15
18	Octubre 20	<i>Laboratorio Computacional TFM,</i> Calibración y análisis de sensibilidad paramétrica. – SCE, GLUE-MCAT
19	Octubre 25	Modelos distribuidos basados en procesos y modelos distribuidos simplificados. (RORB), (HEC-HMS) <i>Lecturas 6 y 7.</i>
21	Octubre 27	<i>Laboratorio Computacional</i> HEC-HMS – Problemas de identificabilidad paramétrica y equifinalidad

22	Noviembre 3	Modelos de similaridad hidrológica y función de distribución PDM, TOPMODEL <i>Lectura 8.</i>
23	Noviembre 8	<i>Laboratorio Computacional</i> Calibración modelo TOPMODEL mediante GLUE-MCAT
24	Noviembre 10	Predicción de los efectos de cambios en el uso de la tierra y el clima. <i>Lecturas 9 y 10</i> (Modelos de exportación de nutrientes en cuencas. Modelo SVAT) y (Modelos de producción de sedimentos en cuencas urbanas y rurales)
25	Noviembre 17	Revisión del problema de selección del modelo. Herramienta RRM – <i>Lectura 11</i>
26	Noviembre 22	Parte 4. – Análisis de series de tiempo: estacionaridad, tendencias y saltos <i>Tarea 3</i>
27	Noviembre 24	Análisis de series de tiempo: modelos ARIMA
28	Noviembre 29	Análisis de series de tiempo: generación sintética de caudales <i>Tarea 4</i>
29	Diciembre 01	Análisis de series de tiempo: modelación de fenómenos macroclimáticos
	<i>Por definir</i>	<i>Examen Parcial 2 (20%) Clases 16 – 29 Se presenta en la fecha programada para el examen final</i>
	<i>Diciembre 4 Diciembre 13</i>	<i>Entrega de proyecto 2 y sustentaciones entre diciembre 4 y diciembre 13 Para programar la sustentación por favor solicitar cita al profesor después de entregar el informe de ingeniería del proyecto final del curso. A más tardar el 13 de diciembre se podría sustentar. Para esto debe entregarse el informe escrito del proyecto en el enlace de Bloque Neón a más tardar diciembre 12. Notas en Banner deben estar a más tardar en Diciembre 16</i>